

Programació dels exercicis físics en infants amb excés de percentatge de greix corporal

■ **ÓSCAR OSWALDO ESCOBAR MONTOYA**

Llicenciat en Educació Física.
Especialista en Educació per a la salut.
Especialista en Educació Física: Activitat Física i Salut

■ **Paraules clau**

Infants, percentatge de greix corporal, resistència aeròbica dinàmica general de llarga durada i àcids grassos lliures

Resum

La infància és un període transcendent en el procés de formació, en el qual les disciplines pedagògiques han de contribuir al desenvolupament adequat de les diferents dimensions dels éssers humans, tot aprofundint en el coneixement de les característiques que es presenten durant cada una de les etapes d'aquest període. L'Educació Física, que té com a referents la promoció de la salut i la prevenció primària de la malaltia, ha de fer seu aquest període del procés vital humà, ha d'intervenir-hi des dels primers anys de vida, mitjançant programes que portin a

fer que les comunitats i els individus actuin de manera més salutífera i disminueixin la prevalença dels factors de risc.

Al text es proposen un seguit de pautes i estratègies adreçades als/les llicenciats/des en Educació Física i a altres professionals de les ciències aplicades a les activitats físiques, interessats/des en el procés d'iniciació esportiva amb infants que presenten excés de percentatge de greix corporal.

Presentació

Avui dia proliferen a les ciutats les institucions que ofereixen programes perquè els infants¹ es familiaritzin amb la pràctica d'un o de diversos esports. No obstant això, no es té en compte que l'època en què s'han de començar a introduir noves experiències en el camp de les activitats

físiques varia d'un esport a un altre i d'una persona a una altra.

Per tant, sense tenir presents variables com ara la talla, la massa corporal, l'edat, la personalitat o qualsevol altre aspecte d'un infant, encaminar-lo cap a un esport per al qual no es posseeixen les aptituds necessàries, pot conduir-lo a formar imatges negatives d'ell mateix i a sentir-se descoratjat per practicar una activitat física.

En aquest sentit, ara com ara s'accepta que un excés de massa grassa es troba relacionat negativament amb l'exercitació física i l'autoconcepte dels infants, motiu pel qual és indispensable tenir present les variables relacionades amb la reducció del teixit adipós a l'hora de programar les activitats físiques que s'utilitzaran en el procés d'iniciació esportiva. (Quadre 1)

■ QUADRE 1.

Edat òptima en què comença la familiarització amb els esports.

5 A 6 ANYS	6 A 8 ANYS	8 A 9 ANYS	10 A 12 ANYS
		Tennis	
Natació	Esgrima	Lluites	Ciclisme
Patinatge artístic	Tenis de taula	Voleibol	Activitats atlètiques
Gimnàstica		Bàsquet	Boxa
		Futbol	Halterofília



Fotografia presa de F. Dawn Parker i Oded Bar-Or, "Juvenile Obesity", a: *The physician and sport medicine*, vol. 19, núm. 6 (juny de 1991).

■ Abstract

The childhood is a transcendental period in the process of formation, in which the pedagogical disciplines should contribute to the adequate development of the different dimensions of human beings, deepening in the knowledge of the characteristics present in each of the stages of this period. The Physical Education in its reference to promote health and the primary prevention of the illness should take possession of this period of the vital human process, taking part from the earlier years of life through programs that get the communities and individuals to act in a more healthful way and decrease the prevalence of risk factors. In the text we propose a series of rules and strategies leading the Physical Education teachers and other professionals of applied sciences to the physical activities interested in the sportive initiation with infants that have an percentage excessive of body fat.

■ Key words

Infants, Percentage of body fat, General dynamic aerobic long-lasting endurance and the free fatty acids.

¹ Període del procés vital humà que dura fins a l'inici de la pubertat (moment en què es produeixen canvis a nivell de maduració sexual).

■ **QUADRE 2.**

Percentils de les sumatòries del gruix dels plec cutanis tricipital i subescapular, de noies entre els 6 i els 17 anys, per a valorar el grau d'adipositat corporal (Pres de Lange skin fold caliper operator's manual).

Percentil	Edat											
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
99	7	7	7	7	7	8	8	7	7	8	8	8
95	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
90	9	9	9	10	10	10	10	10	9	10	10	10
85	10	10	10	10	11	11	10	10	10	11	11	11
80	10	10	10	11	11	12	11	11	11	11	11	12
75	11	11	11	11	12	12	11	12	11	12	12	12
70	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	13
65	11	11	12	12	13	13	13	12	12	13	13	13
60	12	12	12	13	13	14	13	13	13	13	13	14
55	12	12	13	13	14	15	14	14	13	14	14	14
50	12	12	13	14	14	16	15	15	14	14	14	15
45	13	13	14	14	15	16	15	16	14	15	15	16
40	13	13	14	15	16	17	16	17	15	16	16	16
35	13	14	15	16	17	19	17	18	16	18	17	17
30	14	14	16	17	18	20	19	19	18	18	18	19
25	14	15	17	18	19	22	21	22	20	20	20	21
20	15	16	18	20	21	24	24	25	23	22	22	24
15	16	17	19	23	24	28	27	29	27	25	24	26
10	18	18	21	26	28	33	33	36	31	30	29	30
5	20	24	28	34	33	38	44	46	37	40	37	38

■ **QUADRE 3.**

Percentils de les sumatòries del gruix dels plec cutanis tricipital i subescapular, de nois entre els 6 i els 17 anys, per a valorar el grau d'adipositat corporal (Pres de Lange skin fold caliper operator's manual).

Percentil	Edat											
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
99	8	8	8	9	9	8	9	10	10	11	11	12
95	9	10	10	10	10	11	11	12	13	14	14	15
90	10	11	11	12	12	12	12	13	15	16	16	16
85	11	12	12	12	13	13	13	14	16	17	18	18
80	12	12	12	13	13	14	14	15	17	18	19	19
75	12	12	13	14	14	15	15	16	18	20	20	20
70	12	13	14	15	15	16	16	17	19	21	21	22
65	13	13	14	15	16	16	17	18	20	22	22	23
60	13	14	15	16	17	17	17	19	21	23	23	24
55	14	15	16	16	18	18	19	20	22	24	24	26
50	14	15	16	17	18	19	19	20	24	25	25	27
45	15	16	17	18	20	20	21	22	25	26	27	28
40	15	16	18	19	20	21	22	23	26	28	29	30
35	16	17	19	20	22	22	24	25	27	29	30	32
30	16	18	20	22	24	23	25	27	30	32	32	34
25	17	19	21	24	25	25	27	30	32	34	34	36
20	18	20	23	26	28	28	31	33	35	37	37	40
15	19	22	15	29	31	31	35	39	42	42	42	42
10	22	25	30	34	35	36	40	43	42	48	46	46
5	26	28	36	40	41	42	48	51	52	56	57	58

Generalitats de l'excés de massa grassa en l'infant

L'excés de greix corporal, tant en els infants com en les persones adultes, té com a característica comuna que l'equilibri energètic positiu és la principal causa d'aquest fenomen. L'infant obès pot ser propens a patir malalties si manté aquesta condició fins a l'edat adulta. Com més temps duri l'excés de massa grassa de l'infant més gran serà la possibilitat que es converteixi en un adult obès, però si es prenen les mesures adequades per reduir aquest problema en edats primerenques podria evitar-se l'obesitat en el futur. La prevalença d'excés de teixit adipós en les persones s'incrementa amb l'augment de l'edat, és a dir, que es troben més obesos a la pubertat que en la infància. Tanmateix, s'ha constatat una més gran mal·leabilitat de l'excés de percentatge de greix corporal iniciat en l'etapa juvenil davant de la d'inici en la infància, la qual es considera de difícil maneig.

No han estat establerts estàndards exactes per als percentatges de greix perme-

sos. Malgrat tot, el National Center for Health Statistics (NCHS) ha establert, en un estudi de la població dels USA, en individus de tots dos sexes que es troben en edats entre els 2 i els 18 anys (vegeu figura 1), la mitjana (percentatge 50) dels valors de la sumatòria del gruix dels plec cutanis de les zones subescapular i tricipital (vegeu els quadres 2 i 3), a partir del qual es poden establir els següents percentatges de greix corporal ideals per a homes i dones. (Quadre 4)

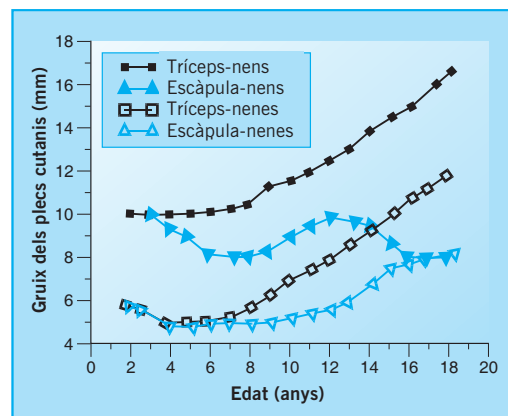
Diagnòstic de l'excés de massa grassa

El criteri més encertat per determinar l'excés de massa grassa és la valoració del percentatge de greix o grau d'adipositat corporal. El mètode més utilitzat, per la seva facilitat de maneig, baix cost i grau de precisió és el mesurament dels plec cutanis.

El procediment general consisteix a mesurar el gruix dels plec cutanis de les zones subescapular i tricipital (vegeu figura 2), sumar posteriorment aquests valors i uti-

■ **FIGURA 1.**

Canvis en el gruix dels plec cutanis de les zones subescapular i tricipital en nois i noies entre 2 i 18 anys d'edat. (Pres de Jack H. Wilmore i David L. Costill, *Physiology of sport and exercise*. Champaign: Human Kinetics, 1994, p. 407).

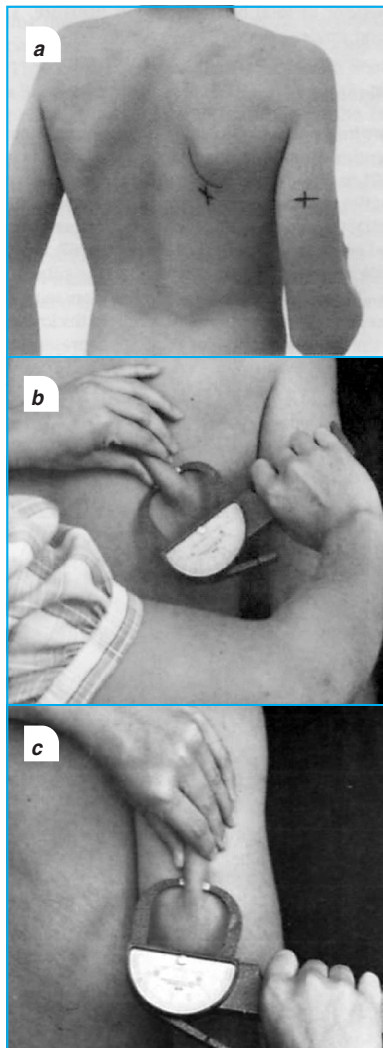
■ **QUADRE 4.**

% de greix corporal ideal.

HOMES	DONES
6 anys 11 %	6 anys 15 %
7 anys 11 %	7 anys 16 %
8 anys 12 %	8 anys 17 %
9 anys 13 %	9 anys 18 %
10 anys 13 %	10 anys 19 %
11 anys 15 %	11 anys 19 %
12 anys 13 %	12 anys 19 %

■ FIGURA 2.

Localització (a) i mesurament dels plecs cutanis de les zones subescapular (b) i tricipital (c). (Fotografies preses de Lange skin fold caliper operator's manual.)



litzar les fórmules adequades per a la franja d'edat corresponent, proposades per Boileau, Lohman i Slaughter (1985). En el nostre cas, només fariem servir les relacionades amb l'edat escolar, període en el qual té lloc la iniciació esportiva. (Quadre 5)

D'altra banda, aquests mateixos autors proposen d'altres fórmules per a cada sexe (Slaughter i d'altres, 1988), que es poden utilitzar durant tot el període de la infància en els nois i noies que tenen una sumatòria de plecs cutanis de les zones subescapular i tricipital superior a 35 mm. (Quadre 6)

■ QUADRE 5.

NENS

■ 6-11 anys

% GREIX:

$1,35 \times (\text{suma dels valors dels plecs cutanis subescapular i tricipital}) - 0,012 \times (\text{suma dels valors dels plecs cutanis subescapular i tricipital})^2 - 3,4$.

■ 12 anys

% GREIX:

$1,35 \times (\text{suma dels valors dels plecs cutanis subescapular i tricipital}) - 0,012 \times (\text{suma dels valors dels plecs cutanis subescapular i tricipital})^2 - 4,4$.

NENES

■ 6-10 anys

% GREIX:

$1,35 \times (\text{suma dels valors dels plecs cutanis subescapular i tricipital}) - 0,012 \times (\text{suma dels valors dels plecs cutanis subescapular i tricipital})^2 - 1,4$.

■ 11-12 anys

% GREIX:

$1,35 \times (\text{suma dels valors dels plecs cutanis subescapular i tricipital}) - 0,012 \times (\text{suma dels valors dels plecs cutanis subescapular i tricipital})^2 - 2,4$.

■ QUADRE 6.

NENS

■ % GREIX:

$0,735 \times (\text{suma dels valors dels plecs cutanis subescapular i tricipital}) + 1,6$

NENES

■ % GREIX:

$0,546 \times (\text{suma dels valors dels plecs cutanis subescapular i tricipital}) + 9,7$

Particularment, he optat per utilitzar aquesta estratègia com a paràmetre per determinar si hi ha sobremassa grassa o obesitat. Aquests dos termes s'usen sovint de forma indistinta, però tècnicament tenen significats diferents. **Sobremassa grassa** es defineix com el percentatge de massa grassa actual que supera el percentatge de greix ideal d'acord amb el sexe i l'edat, però sense assolir ni sobrepassar els percentatges de greix que es poden obtenir a partir dels valors resultants de la sumatòria dels plecs cutanis de les zones subescapular i tricipital que apareixen al percentil 25 de les taules del National Center for Health Statistics (NCHS) (vegeu quadres 2 i 3), perquè a partir d'aquest percentatge en avall els infants han de ser considerats com a **obesos**.

Un cop determinat el percentatge de greix corporal actual es pot obtenir la massa cor-

poral ideal, utilitzant el procediment següent:

- Calcular la massa del greix, multiplicant el percentatge de greix corporal actual per la massa total (kg) de l'individu i dividint el resultat per 100.
- Trobar la massa magra, sotraient de la massa total de l'individu la massa del greix.
- Finalment, per obtenir la massa corporal ideal, es divideix la massa magra actual pel percentatge de massa magra ideal (per obtenir aquest últim paràmetre, es pren el valor de 100% com el total de tota l'estructura corporal i se sostreu el % de grassa ideal per al sexe i l'edat), el qual alhora, es troba dividit per 100. Alternativament, es pot calcular la quantitat de pèrdua de massa grassa, restant de la massa

corporal actual el valor de la massa corporal ideal.

Per exemple, una nena de 9 anys d'edat que té una massa corporal actual de 37 quilograms i una sumatòria de plec cutanis de 35 mm (un gruix de 21 mm al plec tricipital i de 14 mm a nivell subescapular), mitjançant l'equació corresponent al seu sexe i edat, es calcula que el seu percentatge de greix corporal actual és de 31,15%, la seva massa grassa correspon a 11,5 kg, la massa magra a 25,5 kg i la seva massa corporal ideal ha d'estar prop de 31 kg; per la qual cosa haurà de reduir 6 kg aproximadament.

Així, els criteris per determinar la sobre-massa grassa i l'obesitat infantil van més enllà del simple mesurament de la massa i la talla corporal. No obstant això, poden ser útils les taules d'indicadors de creixement que relacionen l'estatura per a l'edat i la massa per a la talla, ja que un infant que té una estatura baixa per a l'edat i una massa elevada per a l'estatura, és més possible que tingui un excés de massa grassa. Tanmateix, cal reconèixer que la utilització de les taules esmentades de vegades és limitada, perquè els infants d'avui són més alts, posseeixen més massa corporal i estan millor desenvolupats que els de fa alguns anys, motiu pel qual les dades de referències que apareixen a les taules no serveixen per caracteritzar algunes poblacions.

Orientacions per a la programació de l'exercici físic en infants amb excés de percentatge de greix corporal

Les estratègies per reduir el teixit adipós dels infants no són diferents de les que se segueixen amb els adults. Consisteixen a modificar les conductes relacionades amb l'alimentació i els hàbits d'activitat física. És important assenyalar que la dieta prescrita ha de ser equilibrada i contenir prou calories per permetre el

creixement i el desenvolupament normal de l'infant, ja que les restriccions calòriques dràstiques, que produeixin una pèrdua superior a dues lliures (0,907 kg) per setmana poden causar retard del creixement i alteracions en el desenvolupament corporal.

En seleccionar els continguts o exercicis físics per a cada una de les parts de la sessió, s'ha de tenir molt en compte que siguin del grat dels participants, car la motivació és probablement el factor més important perquè el programa d'exercicis físics tingui èxit. Així, l'elecció de continguts divertits que proporcionin un repte i que produeixin els efectes per als quals han estat dissenyats, és una de les tasques més crucials en la programació d'exercicis físics. Alhora, conèixer la influència dels diferents mètodes i recursos a utilitzar durant el programa d'exercicis físics té una conseqüència important en la pràctica, en el sentit que cal emprar mètodes i recursos que possibilitin utilitzar el màxim possible d'àcids grassos lliures (AGL) com a combustible (Escobar, 1999).

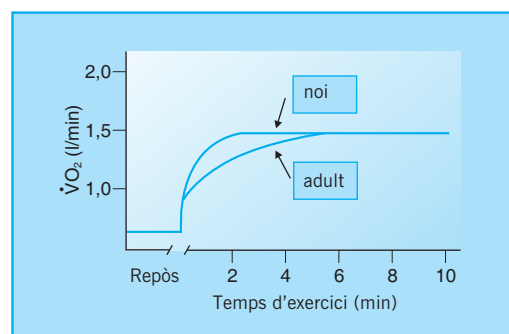
L'objectiu prioritari de l'entrenament de la condició física per als infants amb excés de massa grassa en la iniciació esportiva ha de ser el desenvolupament de la resistència aeròbica dinàmica general de llarga durada, sense deixar de banda l'ensinistament de les capacitats que en aquesta etapa del procés vital humà tenen les seves fases sensibles, atès que en aquestes edats els individus presenten condicions favorables per a aquesta mena d'esforços, tal i com ho demostren les investigacions; els nens i nenes assoleixen des dels primers segons de càrrega ritmes estables (*steady rate*) de consum d'oxigen amb la qual cosa s'assegura l'establiment del metabolisme aeròbic (vegeu figura 3).

A més a més, encara que els infants tinguin consums màxims d'oxigen absoluts més petits que no pas els adults (vegeu figura 4), els menors presenten una alta eficiència metabòlica aeròbica,² cosa que els garanteix poder exercitar-se en

nivells superiors del seu potencial aeròbic màxim durant un temps prolongat, sense incrementar les concentracions de lactat. D'altra banda, com que posseeixen dipòsits de glucogen baixos es pot assegurar que utilitzen una més gran quantitat d'AGL. Aquesta preferència per la utilització d'AGL per part dels prepuberals es demostra mitjançant les dades de

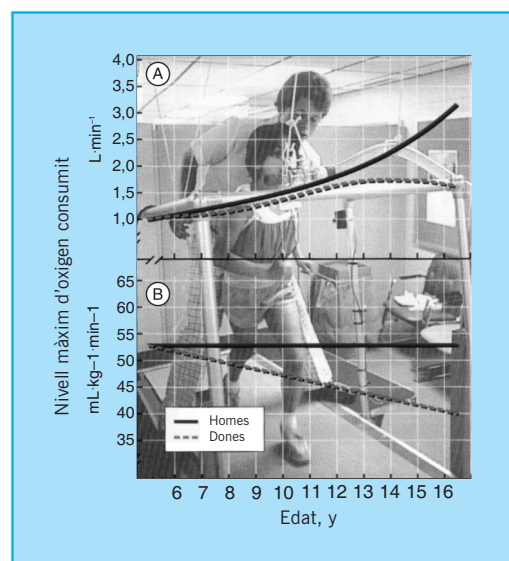
■ FIGURA 3.

Diferències en el curs del temps del consum d'oxigen a l'inici d'un treball submàxim entre un noi i un adult. (Pres de S. K. Powers i E. T. Howley, *Exercise physiology "Theory and application to fitness and performance"*, 2a ed., USA: Wm. C. Brown Communications, Inc., 1994, p. 53).



■ FIGURA 4.

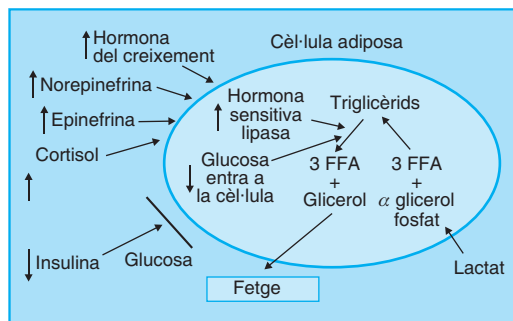
Consum màxim d'oxigen absolut i relatiu en nois i noies entre 6 i 16 anys d'edat. (Pres de W. D. McArdle, F. I. Katch i V. L. Katch, *Exercise Physiology "Energy, nutrition and human performance"*, 5a ed., Lippincott Williams and Wilkins, 2001, p. 240).



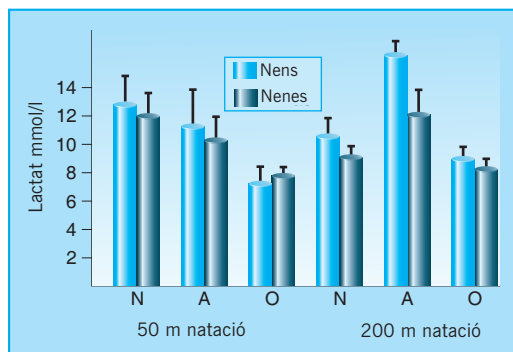
² Mantenir el nivell d'intensitat corresponent a l'estat estable del lactat..

FIGURA 5.

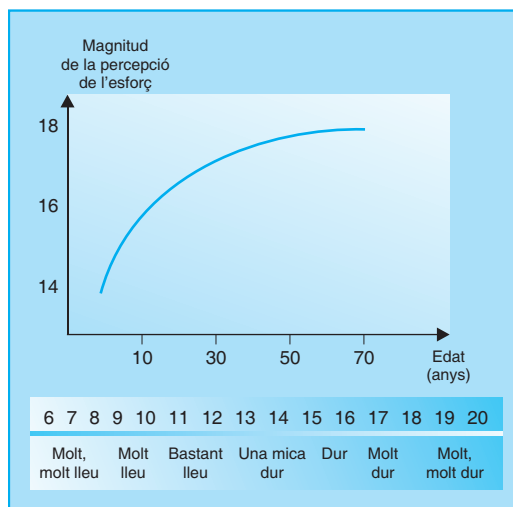
Lipòlisi i efecte del lactat en l'alliberació dels AGL cap al torrent sanguini. (Pres de S. K. Powers i E. T. Howley, *Exercise physiology "Theory and application to fitness and performance"*, 2a ed., USA: Wm. C. Brown Communications, Int., 1994, p. 101.)

**FIGURA 6.**

Generació de lactat en infants de 9 anys davant de càrregues de resistència específiques i inespecífiques. (N: Nedadors entrenats. A: atletes entrenats. O: no entrenats). (Pres i adaptat de J. Weineck, *Entrenamiento óptimo*, Barcelona, Hispano-Europea, S.A., 1988, p. 147.)

**FIGURA 7.**

Percepció de l'esforç físic i edat. (Pres i adaptat de J. Weineck, *Entrenamiento óptimo*, Barcelona, Hispano-Europea, S.A., 1988, p. 147.)



les concentracions sanguínies de glicerol lliure, perquè no solament es troben nivells més elevats, sinó que també s'observa que s'inicia més aviat l'increment del glicerol plasmàtic (Bar, Or i d'altres, 1994) davant de càrregues de resistència aeròbica dinàmica general de llarga durada. es troben especialment qualificats per utilitzar, mitjançant aquesta forma de treball, els AGL, perquè no arriben a quocients respiratoris (producció de diòxid de carboni/consum d'oxigen) elevats en esforços màxims, i per això s'hi pot preveure un grau d'oxidació d'AGL més alt, sempre i quan no superin l'estat estable del lactat, perquè a nivells d'intensitat superiors, la baixa generació de diòxid de carboni ens indica indirectament que el bicarbonat està amortint menys àcid làctic i, com a conseqüència, s'incrementen les concentracions de lactat i n'ingressarà una menor quantitat a les cèl·lules adiposes, això fa que es torni a esterificar els triglicèrids, perquè el lactat es transforma en glicerol-3-fosfat i s'uneix als AGL que s'han generat de la lipòlisi ocasionada per les hormones contrareguladores, amb la qual cosa disminueix l'alliberament d'AGL des del teixit adipós (vegeu figura 5).

En aquestes edats s'ha d'utilitzar preferentment el mètode continuat, tot mantenint constant la intensitat, ja que així s'aprofita més econòmicament la capacitat de rendiment existent, particularment en els infants no entrenats.

Mitjançant aquest mètode, cal insistir primer que tot en el volum de treball i no en la intensitat. Han d'evitar-se les intensitats submàximes i màximes, així com els canvis de ritme i els esprints intermedis i finals, perquè els infants presenten una capacitat limitada per eliminar el lactat i necessiten massa temps de recuperació, amb la qual cosa es limita la realització d'esforços prolongats. Igualment, com he comentat anteriorment, es disminueix l'alliberació dels AGL des del teixit adipós, atès que les superiors concentracions de lactat generades per aquest tipus de treball permeten la nova esterificació dels triglicèrids, i en conseqüència no s'utilitzaran els substrats esmentats com a font energètica principal. A més a

més, és important ressaltar que davant dels continguts d'entrenament específics, els infants generen més quantitat de lactat (vegeu la Figura 6), motiu pel qual hauran de ser utilitzats exercicis inespecífics o generals quan el propòsit d'aquest treball és la reducció de l'excés de massa grassa.

Respecte de la intensitat de l'exercici físic és molt important assenyalar que els infants perceben l'esforç d'una manera menys fatigant que els adults (vegeu figura 7), fenomen relacionat amb els menors nivells de producció d'àcid làctic del prepuberal. Aquest fet suggereix que no s'utilitzi l'escala d'esforç percebut de Borg per controlar la intensitat del treball. En el seu lloc, resulta més adequat en els infants determinar el nivell d'esforç mitjançant l'observació d'expressions que realitzem quan ens exercitem, com ara parlar, cantar o panteixar; que estan directament relacionades amb l'augment de l'equivalent ventilatori per a l'oxigen i la reducció de l'equivalent ventilatori per al diòxid de carboni, variables fisiològiques que ens permeten de determinar la intensitat de treball, perquè a mesura que les necessitats metabòliques s'incrementen les seves modificacions són més notables.

De manera pràctica podem dir que la intensitat és adequada, si mentre es realitzen exercicis físics de resistència aeròbica dinàmica general de llarga durada els infants són capaços d'entaular una conversa mitjançant frases completes sense que arribi a faltar l'aire. Si poden cantar mentre estan exercitant-se, han d'augmentar la intensitat. Si panteixen, estan treballant massa dur i necessiten minvar la intensitat.

Existeixen d'altres alternatives per controlar la intensitat de l'esforç: el mesurament de la freqüència cardíaca, la valoració de les concentracions de lactat, el càlcul de la despesa energètica i la rapidesa de desplaçament, que considero requereixen una més gran experiència professional i la utilització de mitjans tecnològics perquè resultin apropiats com a estratègies de control.

Sobre el primer paràmetre, he d'assenyalar que a causa de la petita mida del cor,

els infants tenen menor volum sistòlic i un nombre de pulsacions per minut superior al dels adults, tant en repòs com davant qualsevol nivell de càrrega absoluta (vegeu figura 8). En conseqüència, resulta més difícil el control de la intensitat de l'esforç llevat que es compti amb recursos, com ara un monitor de freqüència cardíaca.

El nivell d'intensitat haurà d'estar per sota o prop del 80% del consum màxim d'oxigen, perquè en aquest nivell d'esforç s'estarà treballant sense sobrepassar l'estat estable del lactat o per sota d'aquest. És molt important tenir present, si es pretén de mesurar les concentracions de lactat per tal de determinar aquest nivell d'intensitat, que els infants de menor edat biològica i estat d'entrenament inferior, generen menys lactat. D'acord amb Cerani, els valors màxims es troben entre 4 i 8 mmol/l en el rang d'edat entre els 6 i els 9 anys (Navarro, 1998). Per contra, els entrenats i els que maduren precoçment milloren els processos metabòlics anaeròbics i produeixen una quantitat superior de lactat.

Per calcular la freqüència cardíaca d'entrenament en aquests percentatges de la potència aeròbica màxima, recomano utilitzar la fórmula següent, proposada per Karvone:

$$FCE = (FC \text{ màx} - FC \text{ de repòs}) \times \% \text{ d'intensitat} / 100 + FC \text{ de repòs}$$

La freqüència cardíaca màxima es calcula de forma més objectiva mitjançant una prova per valorar la potència aeròbica màxima que faci servir un protocol d'esforç màxim, atès que els resultats d'estudis longitudinals suggereixen que, durant la infància, aquesta variable fisiològica només disminueix 0,5 batecs per any (Wilmore i d'altres, 1994) i fins i tot algunes investigacions han indicat que la freqüència cardíaca màxima no canvia durant aquesta etapa del procés vital humà (Rowland i d'altres, 1999). Així doncs, la fórmula $220 - \text{edat}$, no és apropiada per calcular aquesta variable de manera indirecta. Malgrat tot, Donoso i Sánchez han desenvolupat una equació per predir la

freqüència cardíaca màxima (Osorio, 1991), que resulta més aplicable per als infants:

$$FC \text{ màx} = 212 - (0,69 \times \text{edat})$$

Una altra de les alternatives per controlar la intensitat és mitjançant la determinació de la despesa energètica, la qual es calcula a partir del consum màxim d'oxigen obtingut de la realització d'una prova en què s'ha determinat la potència aeròbica màxima. Per a la valoració d'aquesta variable fisiològica s'han ideat moltes proves. Tanmateix, ha de seleccionar-se un tipus de prova que resulti apta per a la persona que es valorarà, segons la seva edat, sexe, estat de salut i nivell de condició física.

Particularment, recomano fer servir proves que sol·licitin la musculatura de la forma més similar possible a la que s'utilitzarà en els exercicis de resistència aeròbica dinàmica general. A més a més, en el cas particular de l'infant, els resultats d'investigacions realitzades en la dècada dels vuitanta han demostrat que les proves de camp de curta durada, com ara la dels 800 o 1.000 metres, condueixen ràpidament a una sobrecàrrega psicofísica en el prepuberal, perquè aquest tipus d'esforç anaeròbic genera altes concentracions de catecolamines (10 vegades més quantitat per generar la mateixa quantia d'àcid làctic que els adults) que representen un estrès difícil de suportar (Weineck, 1988).

A causa del que acabem de dir, les proves de camp de més durada, com ara la dels vuit, dotze o quinze minuts d'esforç físic, permeten esbrinar amb més validesa el consum màxim d'oxigen de l'infant, car el percentatge d'energia aportat per la via metabòlica anaeròbica quedarà en segon pla.

Un cop avaluat l'infant, la despesa energètica pot calcular-se a través del procediment següent:

- Converteixi el valor obtingut de consum màxim d'oxigen a METs màxims. Si el consum màxim d'oxigen determinat es troba expressat en litres d'oxigen usats per minut, multipliqui per mil per obte-

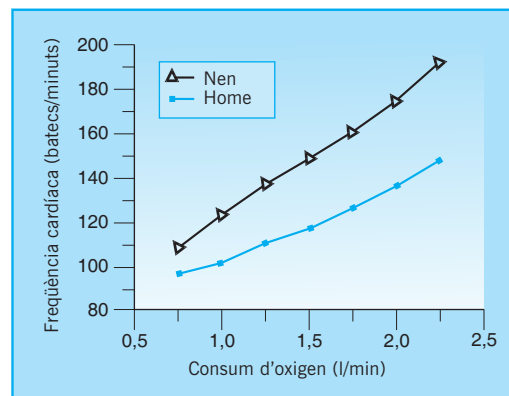
nir mil·lilitres per minut i després divideixi el resultat per la massa corporal del subjecte en quilograms. El valor obtingut s'expressa en mil·lilitres d'oxigen utilitzats per quilogram de massa corporal per minut.

- Divideixi aquest resultat per 3,5 mil·lilitres d'oxigen utilitzats per quilogram de massa corporal per minut i obtindrà METs.
- Transformi els METs màxims en quilocalories utilitzades per cada quilogram de massa corporal per hora, simplement canviant la unitat.
- Finalment, detemini a quin nivell d'esforç s'exercitarà la persona; aquest nivell haurà de ser un percentatge del valor obtingut de quilocalories usades per cada quilogram de massa corporal per hora, i multipliqui'l per la massa corporal del subjecte en quilograms, per obtenir les quilocalories utilitzades per cada hora. Si addicionalment desitja conèixer el nombre de quilocalories usades per minut, divideixi el resultat per 60.

Al resultat obtingut mitjançant el procediment descrit anteriorment per calcular la despesa energètica total, se li ha de restar el valor de la taxa metabòlica basal corresponent al període de temps equivalent a l'esforç, per tal de trobar la despesa energètica neta (quantitat d'e-

FIGURA 8.

Resposta de la freqüència cardíaca d'un nen de 8 anys i un adult davant el mateix nivell de càrregues absolutes. (Pres de Jack H. Wilmore i David L. Costill, *Physiology of sport and exercise*, Champaign: Human Kinetics, 1994, p. 411.)



■ **QUADRE 7.**

Equacions per al càlcul de la taxa metabòlica basal (FAO-OMS-ONU).

INTERVAL D'EDAT (anys)	HOMES	DONES
6-10	$(22,7 \times M^*) + 495$	$(22,5 \times M) + 499$
10-12	$(17,5 \times M) + 651$	$(12,2 \times M) + 746$

* **M** representa la massa corporal (kg). Per a persones amb excés de massa grassa, la massa a utilitzar haurà de trobar-se mitjançant la fórmula (Excés de massa grassa en kg) \times 0,25 + massa corporal ideal.

■ **QUADRE 8.**

Variables d'una prova d'eficiència metabòlica aeròbica.

% de FCE	N.º de P/M	mmol/L	km/h
50	140-143	1,7	5,76
60	153-156	1,7	6
70	164-168	1,9	6,48
75	173-175	2,3	7,08
85	185-187	2,8	7,75
90	192-194	3,3	8,72

Nota: el seu valor de lactat màxim és de 4,3 mmol/L.

nergia utilitzada per realitzar l'esforç físic per damunt dels requeriments basals). Per fer-ho, determinem en primer lloc la taxa metabòlica basal, utilitzant les equacions de la FAO-OMS-ONU corresponents al sexe i al rang d'edat de l'infant (vegeu *quadre 1*) i posteriorment, mitjançant una regla de tres, es dedueix la quantitat corresponent al període de temps equivalent a l'esforç.

Aquesta forma de calcular la intensitat de l'esforç ens permet de controlar la reducció contínua de massa grassa, atès que el cost energètic que proporciona cada un dels exercicis físics que es realitzen durant diverses sessions és acumulatiu i quan s'aconsegueix un equilibri energètic negatiu de 3.500 Kcal, aquest dèficit calòric genera la pèrdua de 453,6 g de teixit adipós.

Per calcular la rapidesa de recorregut corresponent a una determinada intensitat es fan servir les equacions proposades per l'American College of Sports Medicine per a activitats que es poden realitzar a un ritme regular, com ara córrer i caminar. Tot i amb això, aquestes fórmules es fonamenten en el fet que per transportar cada quilogram de massa corporal per metre recorregut sobre una superfície horitzontal cada minut, un adult utilitza caminant, aproximadament $0,1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ i quan corre n'utilitza el doble, és a dir, $0,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (ACSM, 2000).

Aquestes dades, però, no són aplicables als infants, perquè aquests són menys econòmics que els adults quan realitzen aquesta mena d'activitats, atès que requereixen 20-30% més d'oxigen per unitat de massa corporal a una determinada rapidesa de recorregut (McArdle i d'altres, 2001), fins i tot si l'estat estable del lactat de l'infant té lloc en el mateix consum d'oxigen relatiu que l'adult (Wilmore i d'altres, 1994).

En conseqüència, l'ús de les equacions esmentades condueix a errors en la predicció de la intensitat d'esforç de l'infant. Tanmateix, durant la infància es podrà calcular la rapidesa de recorregut de manera directa per a qualsevol tipus de treball de resistència aeròbica dinàmica general, demanant-li a l'infant que s'exerciti en diferents percentatges de la freqüència cardíaca d'entrenament durant 7 minuts sobre un terreny prèviament mesurat (2 minuts perquè establitzi el nombre de pulsacions per minut corresponent a la intensitat sol·licitada i 5 minuts per calcular la distància mitjana recorreguda per minut en el nivell de càrrega esmentat). Per exemple, una nena de 9 anys ha realitzat els següents nivells d'esforç caminant i corrent, cada un durant 7 minuts de treball continu (vegeu *quadre 2*), tal com ho he explicat al paràgraf anterior. S'ha determinat la seva rapidesa de desplaçament a cada

ritme i els seus corresponents valors de lactat al final de cada càrrega, estimant que el seu llindar de lactat³ es troba quan supera el 80% de la seva freqüència cardíaca d'entrenament, nivell per damunt del qual arriba a 2,8 mmol/l a una rapidesa de recorregut mitjà de 7,75 km/h, per la qual cosa hom li recomana d'exercitar-se a una rapidesa de recorregut de 7,08 km/h o inferior, atès que a les intensitats esmentades s'estarà treballant sense sobrepassar l'estat estable del lactat i no disminuirà l'alliberació dels AGL des del teixit adipós.

La National Association for Sport and Physical Education dels USA recomana que els infants acumulin entre 30 i 60 minuts d'activitat física per dia en forma contínua o intermitent (Zwiren, 2001), com a estratègia per combatre el sedentarisme, perquè en els últims anys s'ha incrementat l'excés de massa grassa entre els infants que són inactius físicament (DHHS, 1996).

D'altra banda, des del punt de vista de l'entrenament físic se suggereix, com a requisit mínim per obtenir les adaptacions biològiques que es presenten quan es realitzen continguts de resistència aeròbica dinàmica general, entre elles les modificacions de la composició corporal, que els infants suportin una càrrega contínua de 15 a 20 minuts d'activitat física a intensitats d'esforç que no so-

³ Per determinar el llindar de lactat s'utilitza la proposta de Coyle (1984), el qual, durant un treball progressiu, estableix amb els valors de lactat generats a intensitats baixes, la línia de base i identifica la càrrega immediatament anterior a la que ocasiona un increment d'un mmol/l o més per damunt de la línia esmentada, com a nivell d'intensitat corresponent al llindar de lactat.

brepassin l'estat estable del lactat o que es trobin per sota d'aquest, tres cops per setmana.

Per arribar al que acabem de dir, l'objectiu principal ha de ser desenvolupar una motivació, a llarg termini, pels exercicis físics de resistència aeròbica dinàmica general de llarga durada. Per això caldrà començar des d'edats tendres a realitzar esforços d'1, 2 o 3 minuts, amb pauses actives d'un minut, mitjançant activitats en forma de joc, per no caure en la monotonia, amb mires a aconseguir d'executar treballs continus de durada superior un any rere l'altre. L'estratègia per aconseguir-ho passa per càrregues d'uns quants minuts que, començant amb 5 minuts aproximadament als 6 anys, s'incrementaran successivament, tot augmentant les distàncies cobertes en un 10% cada dues sessions, fins arribar a realitzar un temps total de càrrega d'uns 20 minuts (fita que cal aconseguir abans de l'inici de la pubertat).

Així, la capacitat aeròbica pot millorar notablement i la despesa energètica resulta significativa per ocasionar un desequilibri energètic negatiu a llarg termini

que condueixi a la reducció de l'excés de teixit adipós.

Cal no oblidar que el plaer de l'entrenament de la resistència aeròbica dinàmica general de llarga durada depèn de la seva forma d'execució, per la qual cosa ha de ser variat i atractiu a l'edat del participant. A més a més, és molt important la utilització de mitjans com ara patins, bicicletes i d'altres, que sol·liciten la imaginació i permeten la diversió de l'infant. Així mateix, l'ús de jocs per desenvolupar aquests continguts acostuma a ser molt motivant per a ells (vegeu figura 9).

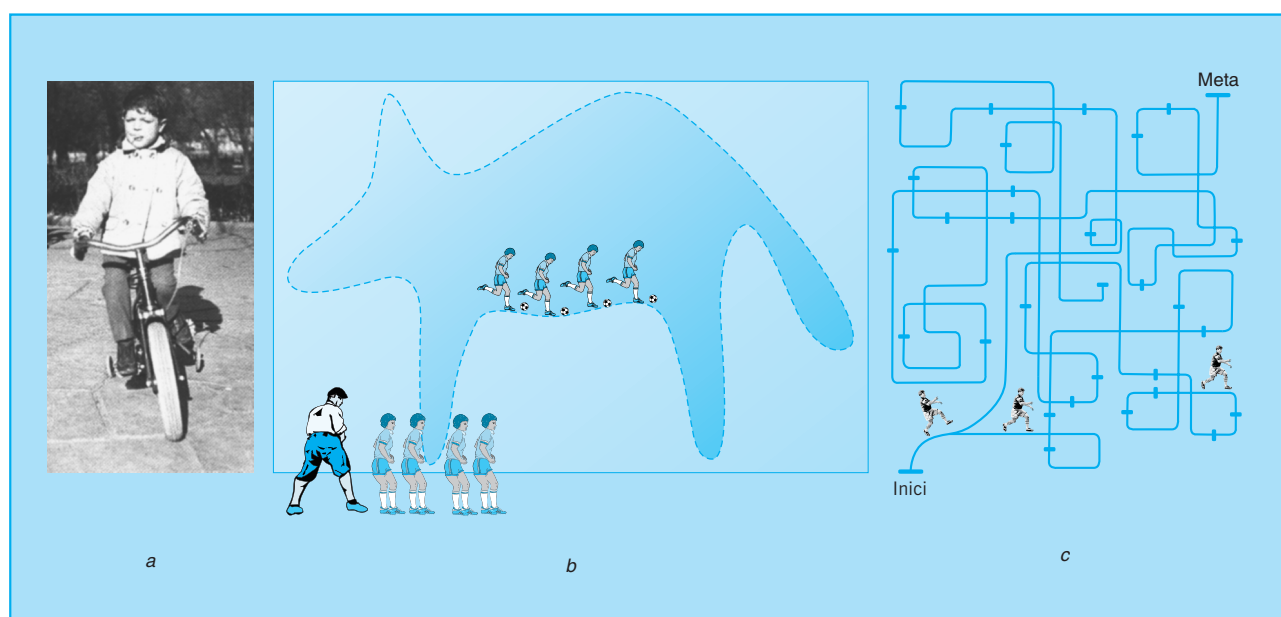
Finalment, cal tenir present que els infants produeixen més quantitat de calor metabòlica per quilogram de massa corporal que no pas els adults, en activitats físiques com caminar i córrer. Així, com més petit és l'infant més gran és l'excés de producció de calor, malgrat que el nombre de glàndules sudorípares actives per densitat d'àrea de pell és molt més gran, perquè la proporció total de suor calculada per unitat d'àrea de superfície corporal és més petita en els infants. A més a més, la temperatura cor-

poral a la qual comença la suor (llindar de suor) és considerablement més alta, cosa que imposa una càrrega extra als altres mecanismes termoregulators, a l'hora de realitzar exercicis de resistència aeròbica dinàmica general de llarga durada en forma contínua en ambients calorosos.

És a dir, els infants amb excés de massa grassa hauran d'hydratar-se adequadament, perquè l'augment de la seva temperatura corporal és més accelerat (Bar-Or, 1995). Una regla general, és que els infants prenguin entre 100 i 150 cc cada 20 - 30 minuts, encara que no tinguin set. A més a més, Bar-Or recomana que beguin fins que no tinguin set, i després han d'ingerir entre 100 i 125 cc, els menors de 10 anys, i entre 200 i 250 els d'edat i pes corporal superiors. Les begudes no han d'excedir 5 mEq/l de sodi, 4 mEq/l de potassi i 25 g/l de glucosa (Zwiren, 2001). Així mateix, han de ser agradables per als infants. Aquests s'estimen més el gust de raïm que no pas el de taronja o poma, o aigua.

■ FIGURA 9.

*Estratègies didàctiques per desenvolupar els continguts de resistència aeròbica dinàmica general que redueixen la monotonia i incrementen la motivació dels infants: a) muntar en bicicleta, b) transportar una pilota formant figures, i c) desplaçar-se pel laberint. [Pres: a) de V. Barrallo, *Edad y deporte*, Editorial Desclee de Brouwer, Editorial la Gran Enciclopedia Vasca, 1990, p. 33; b) i c) de J. Weiner, *Fútbol total*. "El entrenamiento físico del futbolista", Barcelona, Editorial Paidotribo, vol. 1].*



Referències bibliogràfiques

ACSM'S *guidelines for exercise testing and prescription* (2000). USA: Lippincott Williams and Wilkins (6a ed.).

Bar-Or, O. i Unnithan, Viswanath (1994). Requerimientos nutricionales en jóvenes jugadores de fútbol. *Journal sports sciences*, vol. 12. Londres.

– (1995). Respuestas en los niños al ejercicio físico en climas cálidos. *Sports science exchange*. The Quaker Oats Company.

Escobar Montoya, O. (1999). *Programas de ejercicios físico-motrices orientados hacia la reducción del exceso de peso graso "fundamentos fisiológicos y metodológicos"*. Medellín, Universidad de Antioquia: Monografía de la especialización Educación Física "Actividad física y Salud".

McArdle, W. D.; Katch, F. I. i Katch, V. L. (2001). *Exercise Physiology "Energy, nutri-*

tion and human performance" (5a ed.). Lippincott Williams and Wilkins.

Navarro Valdivieso, F. (1998). *La resistencia*. Madrid: Gymnos.

Osorio F. J. (1991). Fisiología aplicada al niño en ejercicio. *Revista Chilena de Educación Física* (224).

Powers, S. K. i Howley, E. T. (1994). *Exercise physiology "Theory and application to fitness and performance* (2a ed.). EE. UU.: Wm. C. Brown Communications, Inc.

Robertson, R.; Goss, F.; Boer, N.; Gallagher, J.; Thompkins, T.; Bufalino, K.; Balasekaran, G.; Meckes, C.; Pintar, J. i Williams, A. (2001). OMNI scale perceived exertion at ventilatory breakpoint in children: response normalized. *Medicine and Science in Sports and Exercise* (11) (novembre), vol. 33, 1946-1952.

Rowland, T. W. (1999). Respuestas cardíacas al ejercicio en niños. *Revista Antio-*

queña de medicina deportiva y ciencias aplicadas al deporte y a la actividad física (1), vol. 2.

U.S. Department of health and human services (1996). *Physical activity and health "A report of the surgeon general"*. Atlanta.

Weineck, J. (1988). *Entrenamiento Optimo*. Barcelona: Hispano Europea S.A.

– Fútbol total "El entrenamiento físico del futbolista", vol. 1. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Wilmore, J. H. i Costill, D. L. (1994). *Physiology of sport and exercise* (1a ed.). Champaign: Human Kinetics.

Zwiren, L. D. (2001). Exercise testing and prescription considerations throughout childhood. *ACSM'S resource manual for guidelines for exercise testing and prescription* (4a ed.). EE. UU.: Lippincott Williams and Wilkins.